

2023年度 JPECフォーラム

製油所脱炭素化に関わる
共処理用低炭素原料の調査

2023年5月10日

一般財団法人石油エネルギー技術センター
製造プロセス技術部

目次

1. 目的
2. 調査結果まとめ
3. 廃棄物系（廃プラスチック）
4. バイオマス系（トール油・リグニン分解油）
5. まとめ

本事業では、国内の石油精製事業者が、事業を継続しつつ、カーボンニュートラルに向けてCO₂排出量削減に資するような技術の開発を後押しすることで、国内の燃料安定供給と共に、国内製油所の脱炭素化を実現することを目的としている。

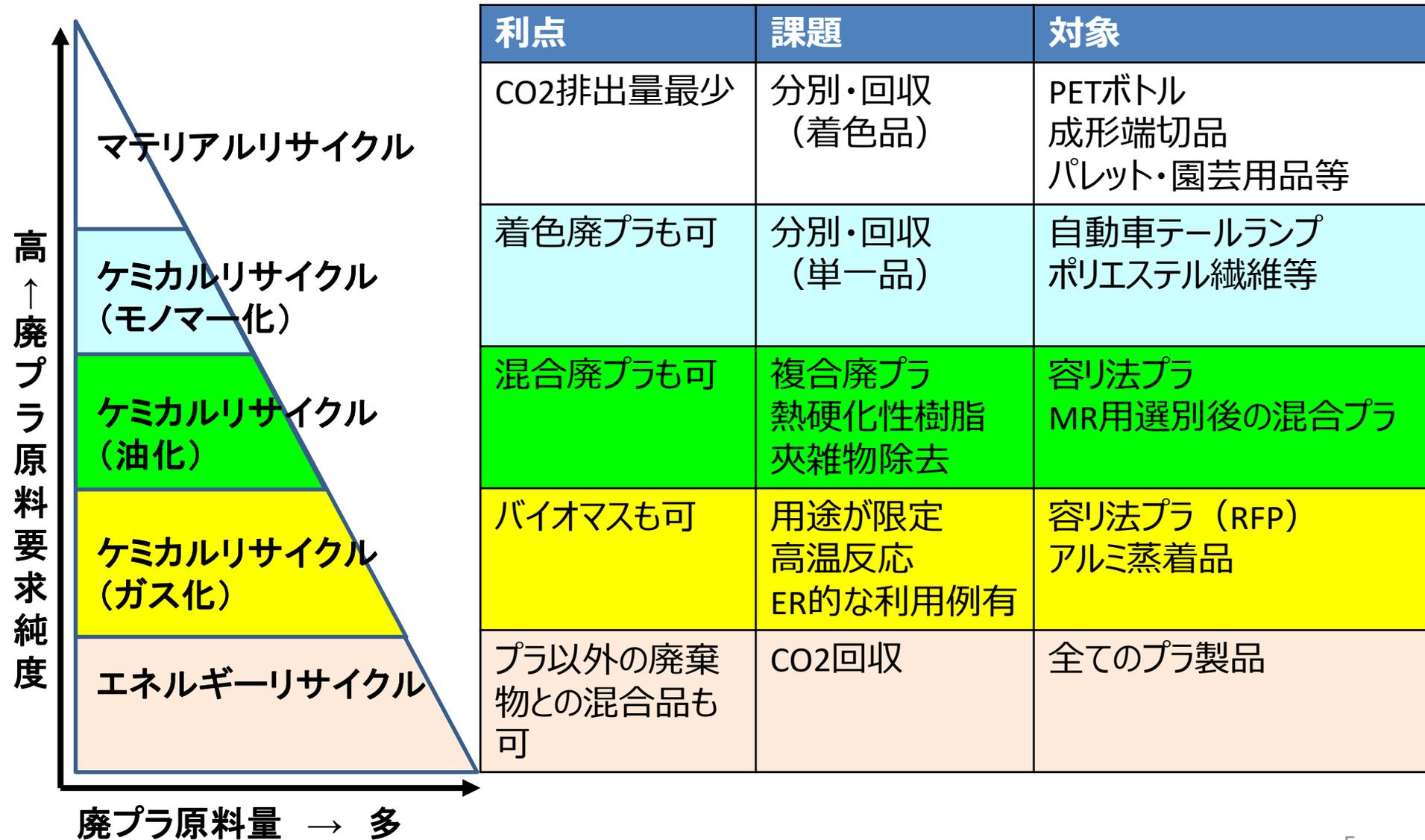
本調査では、国内で調達可能な低炭素原料の量と質の調査を行い、原油精製成分と廃プラスチックやバイオマス等低炭素原料の共処理技術（Co-Processing技術）の向上によるCO₂低減の技術開発を推進することを目的とする。

2. 調査結果まとめ

分類	ターゲット	ポテンシャル	優位性	課題	原料分類*
廃棄物系	廃食油	38万t/年(国内)	・国内外で実証済み	・絶対量不足	第2世代
	有機廃液	0.4万t/年(国内)	・燃料利用からの転換	・絶対量不足	
	廃プラスチック	575万t/年(国内)	・収集までのシステム整備 ・量的なポテンシャル大	・サプライチェーン ・夾雑物除去	第3世代
	廃タイヤ	50万t/年(国内)	・国内外で実証済み ・燃料利用からの転換	・絶対量不足	
バイオマス系	粗トール油	160万t/年	・規格品流通 ・海外で実証済み ・輸入品ポテンシャル大	・絶対量不足 ・腐食性対策	第2世代
	リグニン油	2千万t ～1億t/年	・量的なポテンシャル大 ・海外で実証中	・サプライチェーン ・国内評価例無し	第3世代
	木質分解油	未利用間伐材 773万t/年	・量的なポテンシャル大 ・国内外で実証中	・副産物有効利用	

*EUの再生可能エネルギー指令では第1世代は植物油などが該当するが、食料と競合するため欧州では使用量規制あり。世代が進むほど使用量の制約は少なくなる一方、技術課題は多い

3. 廃棄物系（プラスチック）～リサイクル種別～



3. 廃棄物系（プラスチック）～課題～

◆ 廃プラスチック原料の確保

- 発生源と性状の均一性

ex. ケミカルリサイクルの対象候補の発生種別毎の性状例と量

- ・家電リサイクル法MR残渣混合プラ（PE、PP、PS主）、約8万t/年*
- ・自動車シュレッダーダスト（NO.5%、CI 5%**）、約50万t/年

- サプライチェーン

ex. 収集拠点での高度選別 & 油化orペレット化

- ・欧州では分解油にスペックを設けて石化原料とする動き
- ・ドイツではペレット化させて流通（DSD規格）

◆ ハロゲン（Cl、Br等）の除去

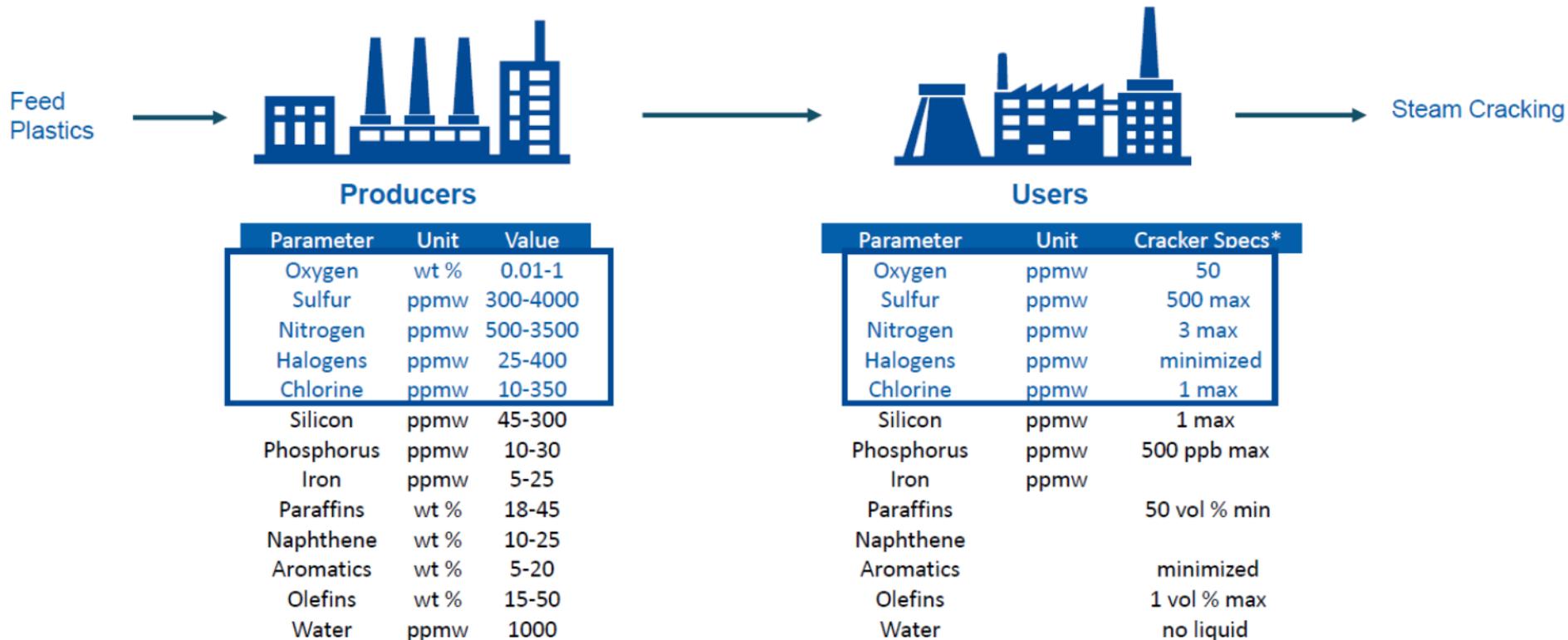
- Clは欧州先行技術あり
- Brは選別で対処

*一般社団法人家電製品協会「家電リサイクル年次報告書2020年」統計量と家電リサイクル事業者ヒアリング結果から推算（家電リサイクル業者から排出される混合プラ0.57万t/年、シェア7%）

**参照元：ASR中のハロゲン分離技術の開発報告書、2004年3月、一般社団法人プラスチック資源利用協会 6

3. 廃棄物系（プラスチック）～流通システム～

欧州では廃プラ分解油や、石油精製での処理に受け入れる低炭素原料に規格を設けて流通を検討中



Upgrading Plastics Pyrolysis Liquids with Novel Solutions from BASF Giving insights into De-Chlorination, ERTC2022, Manish Mehta, BASF

3. 廃棄物系（プラスチック）～流通システム～

DSD:

ドイツデュアルシステム社

DSD規格のペレットを製造する企業の一例

現在EU圏内でシステム運用中

対象となるプラスチックに下記のマークを明示し、

デポジット制により確実に回収

(PETボトルの場合は1本50セント程度)



回収したプラスチックを表1の規格となるように
顆粒状に成形して流通

表1 DSD ペレットの性状例

Particle Size :	≤ 1.0 cm
Water Content :	< 1.0 weight-%
Bulk density :	≥ 0.3 kg/l
Cl-content :	≤ 2.0 weight-%
Content of inerts :	< 4.5 weight-% at 650°C
Content of plastic :	≥ 90.0 weight-%



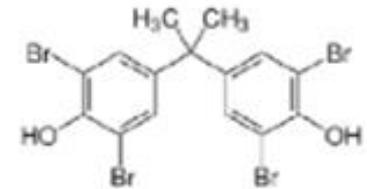
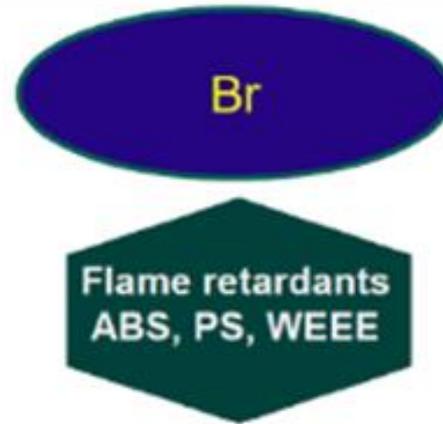
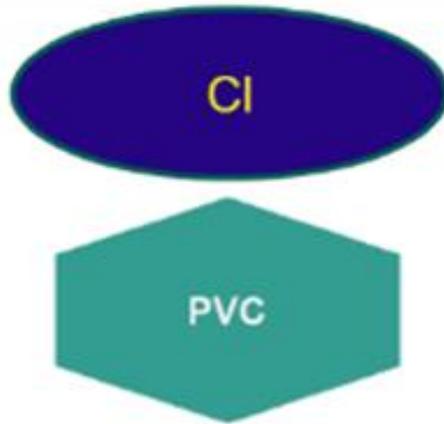
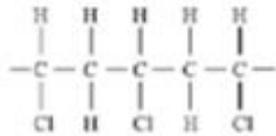
Der Grüne Punkt -

Duales System Deutschland GmbH

一般プラスチックの油化、佐藤芳樹ら、廃棄物学会誌、2002、V0113-2、P99-106

3. 廃棄物系（プラスチック）～脱ハロゲン対応～

Halides

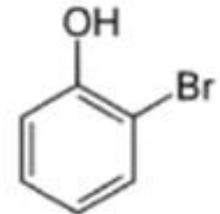


Distribution across the boiling range depends on pyrolysis severity

Efficient pretreatment steps needed to remove inorganic halides

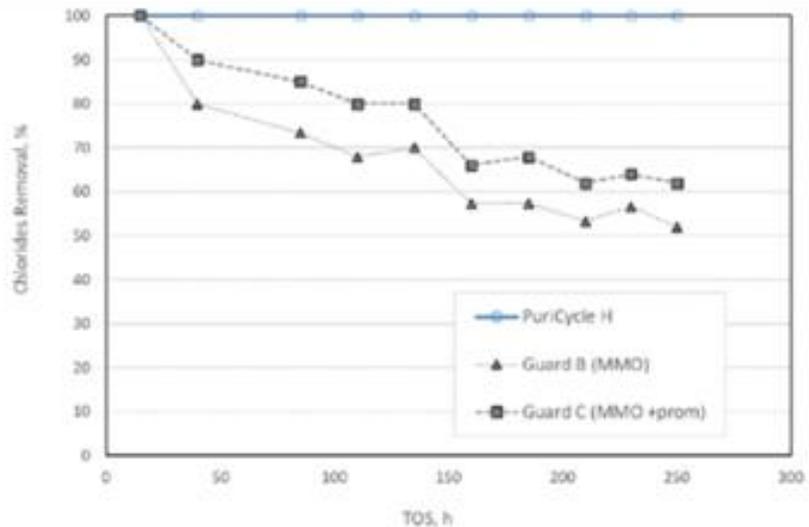
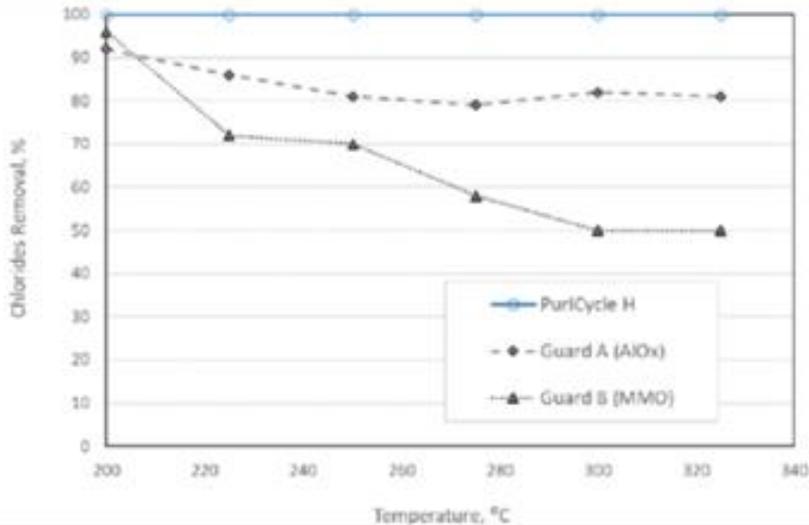
Halides tend to concentrate in the Naphtha fraction

Corrosion; Deposition of ammonium halides



Co-processing waste plastic oils into conventional hydrotreaters
ERTC2022, Stefano Melis, Albemarle

3. 廃棄物系（プラスチック）～脱塩素対応～



Conditions

Commercial waste plastics PyOil
Chlorides inlet ~ 80 ppmw
T = 200-330 °C
P = 50 barg Argon



従来品

- ・脱塩素吸着剤は改質や異性化では広く使用
- ・アルミナや複合酸化物をアルカリでプロモート
- ・廃プラ油の脱塩素は従来の吸着剤に対しては低活性

Conditions

Commercial waste plastics PyOil
Chlorides inlet ~ 150 ppmw
T = 250 °C
P = 50 barg Argon

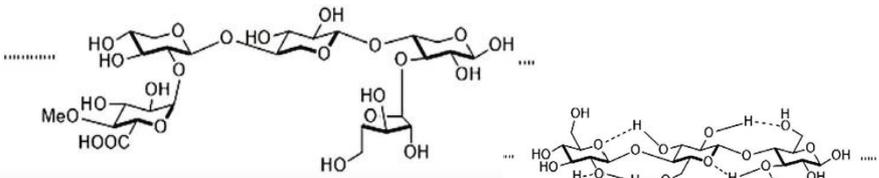
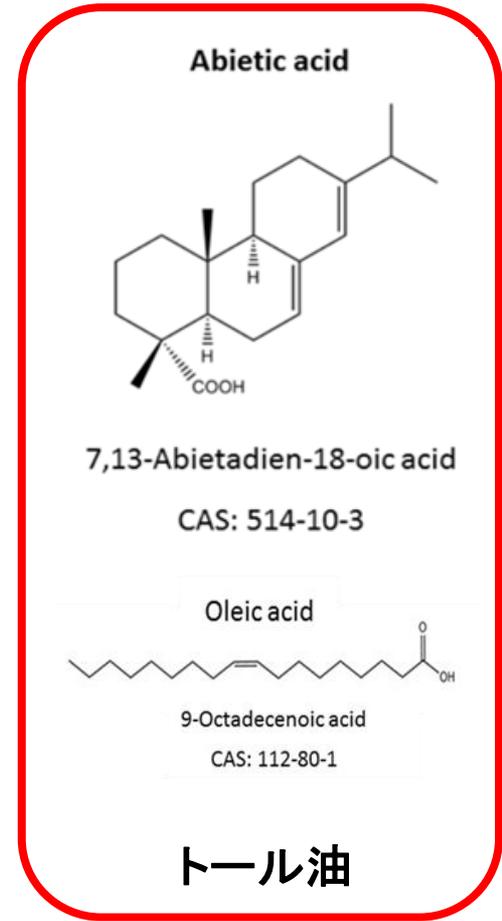
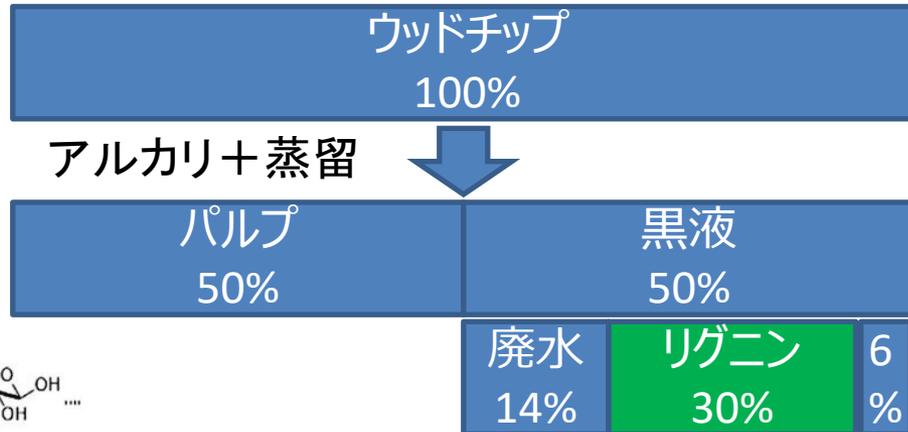


開発品 (PuriCycleH)

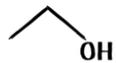
- ・廃プラ熱分解油の脱塩素用に設計
- ・細孔構造を最適化した高表面積の金属酸化物
- ・最も処理困難な有機塩素を効率的に除去
- ・再生プロセス不要

4. バイオマス系 (粗トール油・リグニン分解油)

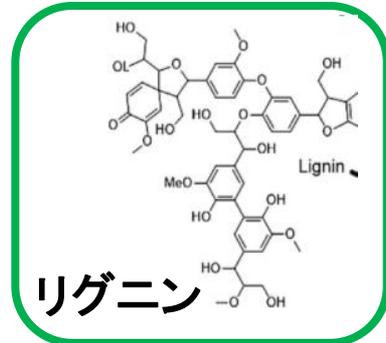
値は針葉樹の代表値概数



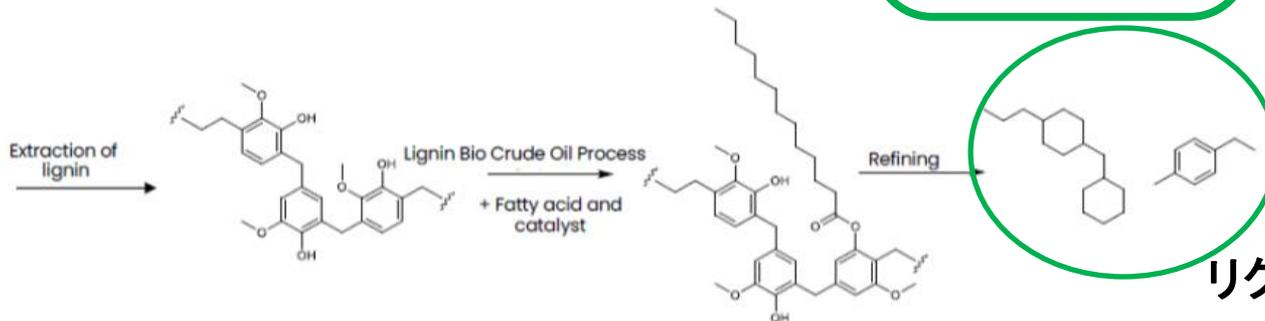
発酵



硫酸分解



3%

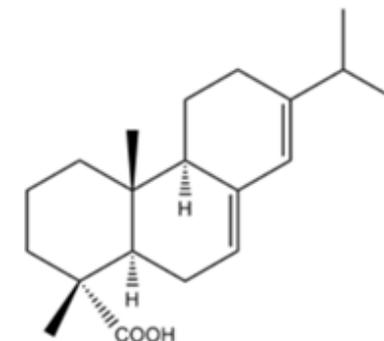


4. バイオマス系（粗トール油）

粗トール油
(CTO)

	w-% of tall oil fraction	CTO
アビエチン酸	Abietic acid	23.3
デヒドロアビエチン酸	Dehydroabietic acid	10.1
ピマール酸	Pimaric acid	3.8
オレイン酸	Oleic acid	22.6
パルミチン酸	Palmitic acid	2.9
ベヘン酸	Behenic acid	0.5
リグノセリン酸	Lignoceric acid	0.2
B-シトステロール	β -Sitosterol	0.6
ピッチ	Pitch*	31.4
ヘッド	Heads*	4.4

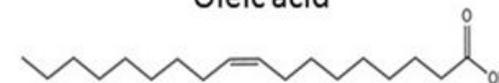
Abietic acid



7,13-Abietadien-18-oic acid

CAS: 514-10-3

Oleic acid



9-Octadecenoic acid

CAS: 112-80-1

出典: 2018. Aalto university school of chemical engineering 「TALL OIL DEPITCHING IN KRAFT PULP MILL」
<https://core.ac.uk/download/pdf/162135874.pdf>

カワサキテクノリサーチ社調査結果より引用

4. バイオマス系（リグニン分解油）～海外実証事例～

原料	拠点	開発企業名	開発状況	備考
リグニン/ 木質残渣	オランダ	Vertoro社	デモプラント	可溶剤熱分解によりリグニン（Goldilocks®）を抽出 船舶用燃料、航空燃料製造
リグニン	スウェーデン	RenFuel社	デモプラント	リグニンと廃食油からリグニン油（Lignol®）
リグニン	スイス	Bloom Biorenewables社	開発中	リグニンから重油（Bio-HFO）
木質残渣	米国	Alder Fuels	2024開始	Eniva社(米)と提携、木質資源から航空燃料

出典:

Vertoro社HP(2023/4/5閲覧) <https://vertoro.com/projectspartners/>

Maersk社HP(2023/4/5閲覧) <https://www.maersk.com/news/articles/2021/10/14/maersk-invests-in-vertoro-to-develop-green-lignin-marine-fuels>

RenFuel社HP(2023/4/5閲覧) <https://renfuel.se/>

Bloom Biorenewables社HP(2023/4/5閲覧) <https://www.bloombiorenewables.com/technology>

Alder Fuels社HP(2023/4/5閲覧) <https://www.alderfuels.com/latest-news/alder-fuels-and-enviva-partner-to-further-scale-and-commercialize-sustainable-aviation-fuel-supply-chains>

Enviva社HP(2023/4/5閲覧) <https://www.envivabiomass.com/alder-fuels-and-enviva-partner-to-further-scale-and-commercialize-sustainable-aviation-fuel-supply-chains/>

- ◆ 原料の賦存量調査の結果、**廃プラスチックなどの廃棄物系原料とトール油等のバイオマス系原料のポテンシャルが高いことが分かった。**
- ◆ 廃プラスチックを共処理する際に、塩素などの腐食性物質の除去や、油化した油の規格や流通システムに課題がある。
欧州ではこれらの課題に対して、前処理技術開発や、システム化が進んでいることが分かった。
- ◆ **トール油**は欧米での共処理の実証事例もあり、国内でも**年間数万トンの規格品が確保**できるポテンシャルがあるため、最初のターゲットとしては好適であることが分かった。
- ◆ 量的課題に対処するため、**全世界で年間1億トン規模のポテンシャル**があり、欧州で実証化が進行中の**リグニン**を原料に技術開発に取り組むことが、一つの候補であることが分かった。
- ◆ 今後、廃プラスチックを共処理するために、**塩素除去などの前処理技術**を開発を行うと共に、**サプライチェーンを構築するための規格化**などを検討する必要がある。
- ◆ 一方、リグニン分解油は海外で実証段階の企業から**サンプルを調達**し、国内の製油所で**共処理を行う際の課題を明確化**する必要がある。

謝辞

本調査は経済産業省・資源エネルギー庁の
補助事業として実施されました。
ここに記して、謝意を表します。